

## KESESUAIAN ALAT DAN MESIN UNTUK PENGUSAHAAN HUTAN TANAMAN INDUSTRI (Suitability of Equipment and Machine for Forest Estate Operations)

Oleh/by:

Sri Sutopo & Djaban Tinambunan

### Summary

Several short investigations have been conducted to find the suitability of equipment and machine used in forest estate operations. Original condition of land, soil cultivation practices, and the productivity of various equipment were also collected.

The areas used for timber estate are usually alang-alang grassland with the alang-alang density of around two million stems/ha, the average slope of 8%, consisted of red yellow to red brown podsolik soils. The soil is plowed twice by using disc plow of 70 cm diameter with the plowing depth of 20-30 cm. and then harrowed by using disc harrow of 46 cm diameter with the harrowing depth of 15-20 cm.

The effective power used for plowing is around 25 HP and for harrowing is around 19 HP. Therefore the engine power required (with 50% efficiency) is around 50 HP. For harrowing with this level of power, the harrow can be extended up to 4.8 m wide to increase power efficiency.

Felling productivities by using chainsaw and feller-buncher are 7.096 and 7.708 m<sup>3</sup>/hour, respectively. The difference between these two figures is not significant. While the skidding productivities by using tractor (140 HP) and feller-buncher are 4.929 and 5.140 m<sup>3</sup>/hour, respectively. The difference between this two figures is highly significant.

The relationship between the power of tractor and productivity is linear with higher productivity when the power is larger. Other result shows that the tractor used are mostly too large and, therefore, need the modification of plow and harrow combinations.

### I. PENDAHULUAN

Pembangunan Hutan Tanaman Industri (HTI) merupakan salah satu alternatif terpilih dalam upaya memenuhi kebutuhan bahan baku dolok industri pengolahan kayu di masa mendatang. Kebutuhan dolok diperkirakan sekitar  $\pm$  90 juta m<sup>3</sup> per tahun mulai tahun 2003 yang diharapkan berasal dari hutan alam sebesar 30% dan berasal dari hutan tanaman termasuk HTI sebesar 60% (Anonim, 1987).

Produksi dolok sebanyak sekitar 60 juta m<sup>3</sup> dari hutan tanaman ditargetkan dari hasil pembangunan HTI seluas 6,2 juta hektar. Sasaran pembangunan tersebut akan dapat dicapai apabila dalam praktek pengelolaannya dilakukan secara



profesional dengan memanfaatkan sumberdaya dan alat mekanis yang tepat, sesuai dengan pembangunan hutan dengan menerapkan sistem silvikultur Tebang Habis dengan Permudaan Buatan (THPB). Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa areal HTI seluruhnya terdapat di luar Jawa di mana ketersediaan tenaga kerja sangat terbatas.

Salah satu contoh adalah kegiatan pengolahan tanah untuk persiapan penanaman. Lahan kritis berupa padang alang-alang merupakan kondisi yang berat untuk diolah bila hanya mengandalkan tenaga manusia. Hasil pengamatan di Lampung tahun 1980 menunjukkan bahwa kemampuan tenaga manusia untuk mengolah tanah hanya sekitar 100 m<sup>2</sup> per-hari. Oleh karena itu diperlukan minimal 150.000 tenaga kerja pencangkul untuk menyelesaikan target 300.000 ha/tahun.

Penggunaan alat dan mesin pada kondisi tanah yang berbeda jelas akan memberikan kinerja (performance) yang berbeda. Keberhasilan penggunaan alat dan mesin untuk wilayah tertentu belum tentu memberikan hasil yang sama di tempat lain. Oleh karena itu perlu penelaahan kesesuaian alat dan mesin untuk kegiatan di lokasi dan kondisi tertentu yang dalam hal ini pengolahan tanah untuk lahan HTI.

Demikian juga halnya untuk kegiatan pemanenan (eksploitasi), penggunaan alat berat seperti yang dioperasikan dalam pemanenan hutan alam sistem Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI) belum sesuai bila diterapkan untuk kegiatan pemanenan hutan tanaman seperti HTI yang menerapkan sistem tebang habis. Kondisi hutan dan tegakan yang berbeda antara hutan alam dan hutan tanaman jelas memerlukan alat dan mesin yang berbeda. Penggunaan alat dan mesin yang tidak sesuai akan merupakan pemborosan oleh karena biaya produksi menjadi terlalu tinggi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan kajian terhadap alat dan mesin yang digunakan dalam kegiatan pengusahaan hutan. Hasilnya disajikan dalam bentuk tulisan dan informasi yang merupakan gambaran kemampuan alat dan mesin. Hasil penelitian seperti ini merupakan informasi penting dalam pemilihan alat dan mesin untuk pengolahan tanah pada lahan alang-alang untuk lahan hutan tanaman industri. Informasi ini dapat membantu para pengusaha HTI dalam memilih metode pengolahan tanah dan mesin yang digunakannya.

## **II. METODOLOGI**

### **A. Pendekatan Masalah**

Pengolahan tanah adalah aktivitas mengubah struktur tanah dengan cara memotong, membalik dan menghancurkannya sehingga diperoleh kondisi yang remah (gembur). Kondisi demikian akan memperbaiki aerasi tanah sehingga kebutuhan udara dan air untuk keperluan metabolisme tanaman tersedia cukup (Sutopo, 1981). Secara lebih khusus ada yang menyebutkan bahwa pengolahan tanah untuk penanaman hutan bertujuan untuk membongkar lapisan tanah dan mengangkat akar tumbuhan pengganggu agar sifat fisis tanah dapat diperbaiki. Hasil dari pengolahan tanah ini adalah meningkatnya porositas tanah yang memperbaiki pengudaraan (aerasi) dalam tanah (Anonim, 1990).

Smith dan Wilkes (1977) mengemukakan bahwa suatu alat dan mesin dirancang untuk kegiatan tertentu sehingga bila alat tersebut baik untuk suatu kondisi belum



menjamin akan menunjukkan kinerja yang sama pada kondisi yang lain. Faktor yang berpengaruh pada pengolahan tanah tersebut antara lain kondisi tanah, macam vegetasi yang ada, metode yang diterapkan, dan sebagainya. Faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap besarnya sumberdaya mesin yang diperlukan.

Pemilihan alat dan mesin yang kurang tepat secara finansial akan sangat merugikan. Kemampuan mesin dengan daya yang kecil mempunyai kapasitas kerja yang kecil juga sehingga untuk pekerjaan pengolahan tanah yang luas memerlukan unit mesin yang banyak dan dengan sendirinya memerlukan tenaga terampil (operator) yang banyak pula. Sebaliknya bila mesin yang digunakan mempunyai daya yang terlalu besar akan terjadi pemborosan karena investasi yang besar dan biaya operasi yang tinggi. Kedua hal di atas mengakibatkan biaya per satuan hasil kerja akan menjadi tidak ekonomis.

Untuk menentukan atau memilih mesin yang sesuai, Sutopo (1990) memberikan rumus untuk menaksir besarnya daya mesin yang diperlukan sebagai berikut :

$$P = \frac{W \times D \times d \times v}{75}$$

di mana : P = daya menarik dari traktor (HP)

W = lebar memotong dari alat (cm)

D = kedalaman pengolahan tanah (cm)

d = gaya hambat atau draft tanah (kg/cm<sup>2</sup>)

v = kecepatan traktor pada saat mengolah tanah (m/detik).

Besarnya gaya hambat tanah untuk beberapa jenis tanah (Sutopo , 1981) disajikan pada Tabel 1. Untuk lahan alang-alang sebesar 0,35 kg/cm<sup>2</sup>.

Dalam meneruskan daya yang dimiliki ternyata tiap-tiap traktor mempunyai kekhususan sendiri-sendiri, tetapi secara umum Bainer (1955) mengemukakan bahwa efisiensi penerusan daya traktor untuk menarik (drawbar HP) hanya sebesar rata-rata 50% dari seluruh daya traktor yang dimiliki. Dengan demikian dalam memilih traktor dengan daya yang aman maka daya traktor harus dua kali lipat dari kebutuhan daya untuk pengolahan tanah.

**Tabel 1. Nilai gaya hambat beberapa jenis tanah**

*Table 1. Drafts of several soils*

Jenis tanah ( <i>Soil type</i> )	Gaya hambat ( <i>Draft</i> ), psi	
Tanah berpasir ( <i>Sandy soil</i> )	3,0	
Lempung berdebu basah ( <i>Silt-loam moist</i> )	5,0	6,0
Lempung berdebu kering ( <i>Silt-loam dry</i> )	6,0	7,0
Lempung berliat lembab ( <i>Clay-loam moist</i> )	6,0	7,0
Lempung berliat kering ( <i>Clay-loam dry</i> )	7,0	8,0
Liat berat ( <i>Heavy clay</i> )	10,0	11,0



Di samping pemilihan traktor, pemilihan alat yang akan digunakan seperti bajak dan garu harus disesuaikan dengan tujuan pengolahan tanah maupun sumberdaya dari traktor yang akan digunakan. Untuk penggaruan nilai gaya hambat tanah tidak sama dengan gaya hambat pada pembajakan karena piringan garu berputar bersama-sama dalam satu gang sehingga nilai gaya hambat biasanya dinyatakan per satuan lebar oleh tanah. Smith (1977) memberikan nilai gaya hambat tanah untuk penggaruan seperti terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Nilai gaya hambat tanah untuk penggaruan dengan garu piringan**  
*Table 2. Soils drafts in harrowing with disc harrow*

Type garu ( <i>Harrow type</i> )	Gaya hambat ( <i>Draft</i> ), kg/m		
Gaya tunggal ( <i>Single - action</i> )	54,3	-	153
Gaya ganda berpasangan ( <i>Double-action of tandem</i> )	108,8	-	217,5
Pasang samping ( <i>Offset</i> )	264,9	-	350,7

Berdasarkan nilai tersebut dan kenyataan praktek pengolahan tanah yang dilakukan di areal HTI maka akan dapat ditentukan besarnya sumberdaya traktor yang diperlukan.

Untuk pemilihan mesin pemanenan hutan, parameter yang digunakan terutama adalah produktivitas atau kinerja alat dan mesin. Secara umum orang berpendapat bahwa mesin dengan kekuatan yang lebih besar akan memberikan produktivitas yang lebih besar pula, atau mesin yang serbaguna (multi-purpose) tidak akan memberikan kinerja yang sama pada kegiatan yang sama dengan mesin yang dirancang secara khusus.

Suatu pertimbangan bahwa alat dan mesin yang akan digunakan di areal HTI adalah mesin ringan sampai sedang, mengingat bahwa areal HTI pada umumnya adalah daerah datar dengan diameter tegakan pada masa panen yang relatif kecil (rata-rata 30 cm), serta jenis kayu yang relatif lebih mudah ditangani karena sebagian besar kayu muda dan termasuk jenis cepat tumbuh.

#### *B. Pelaksanaan Penelitian dan Analisis Data*

Data penelitian dikumpulkan melalui metode survei di Propinsi Lampung, Sumatera Selatan, dan Riau pada Tahun 1993-1994 dengan metode pengamatan secara acak purposif. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah produktivitas kerja yang diamati berdasarkan studi waktu (time study) serta laporan hasil produksi atau kinerja peralatan.

Analisis data dilakukan dengan metode analisis produktivitas dan beberapa uji statistik seperti analisis regresi dan uji beda terhadap nilai rata-rata' (Student-t analysis) dalam upaya mengetahui keuntungan dan kerugian penggunaan alat secara teknis.



### **III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Keadaan Fisis Lapangan serta Alat dan Mesin**

Areal HTI yang sekarang diusahakan sebagian besar adalah lahan alang-alang. Hal ini sesuai dengan kebijaksanaan Departemen Kehutanan untuk mengutamakan rehabilitasi lahan kritis dan lahan alang-alang dengan penanaman hutan kembali melalui kegiatan HTI.

Kerapatan tumbuhan alang-alang rata-rata 200 batang/m<sup>2</sup> atau rata-rata 2 juta batang/hektar dan kedalaman perakarannya sampai 30 cm dengan membentuk jaringan perakaran seperti jala (akar rimpang). Perakaran demikian yang sangat menghambat pertumbuhan tumbuhan lain di sekitarnya dan menghendaki peralatan mekanis untuk mengolah tanahnya.

Areal HTI sebagian besar bertopografi datar sampai bergelombang kecil dengan kelerengan 8%, dan sebagian kecil terutama di tepi sungai dan lembah mempunyai kelerengan sampai 30%. Jenis tanahnya sebagian besar podsolik mulai dari yang merah kuning sampai merah coklat dengan tekstur pasir.

Untuk melakukan pengolahan tanah pada lahan alang-alang tersebut digunakan bajak piringan Ø 70 cm untuk pengolahan tanah I. Peralatan ini beroperasi baik karena memang dirancang untuk digunakan pada lahan yang jenis tanahnya keras, lengket, berkerikil, atau banyak perakaran.

Kemampuan penetrasi dari bajak piringan adalah 20 - 30 cm sehingga sangat sesuai untuk pembasmian alang-alang yang mempunyai kedalaman perakaran sampai 30 cm dan pertumbuhan tanaman HTI yang memerlukan kedalaman olah 30 cm. Satu unit bajak terdiri dari 3 mata bajak dengan lebar pengolahan rata-rata 100 cm.

Untuk pengolahan tanah II digunakan garu piringan (disk harrow) dengan diameter piringan 46 cm dan lebar pemotongan 3,6 m. garu gaya tunggal (single action) atau berpasangan (tandem) banyak digunakan untuk penggaruan dengan penetrasi 15 - 20 cm. Piringan garu terdiri dari dua macam yaitu bagian depan berupa piringan yang tepinya berlekuk yang berfungsi untuk memudahkan pemotongan akar dan bagian belakang berupa piringan bertepi rata untuk menghancurkan dan memotong bongkah tanah.

Seperti bajak piringan, penggunaan garu piringan memang sesuai untuk pengolahan tanah lahan alang-alang. Akar rimpang yang sudah dibongkar oleh bajak, selanjutnya dicacah oleh garu setelah 2 sampai 3 minggu kemudian. Bilah bajak dan garu tipe piringan sangat menguntungkan untuk pengolahan tanah di areal HTI karena di samping berfungsi mengolah tanah, dapat juga digunakan untuk mencacah perakaran dan seresah baik akar alang-alang maupun sisa perakaran pohon dan vegetasi di atasnya dengan aman.

#### **B. Sumberdaya Alat dan Mesin**

Sumberdaya yang digunakan untuk pengolahan lahan HTI bervariasi mulai dari yang berukuran sedang sampai yang besar. Traktor sedang berkekuatan 40 - 80 HP dengan beroda ban sampai traktor berkekuatan 180 HP dengan beroda rantai baja.



Untuk kegiatan pembajakan, kecepatan rata-rata traktor adalah 1,77 m/detik dengan kedalaman olah rata-rata 30 cm. Berdasarkan formula untuk menentukan kebutuhan daya seperti dikemukakan di muka maka daya yang diperlukan untuk pembajakan adalah sebesar 24,78 HP.

Untuk kegiatan penggaruan, kecepatan rata-rata tidak berbeda dengan pembajakan yaitu 1,77 m/detik dengan kedalaman olah rata-rata 15 cm. Dengan lebar pemotongan 3,6 m maka daya yang diperlukan untuk penggaruan adalah 18,50 HP.

Berdasarkan kepada kedua hasil tersebut di atas maka untuk pemilihan sumberdaya alat dan mesin yang didasarkan kepada kebutuhan daya untuk pembajakan dapat dilakukan. Dengan efisiensi penerusan daya ke alat penarik (drawbar) sebesar 50% maka traktor yang diperlukan cukup dengan ukuran daya 50 HP.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut di atas maka ternyata untuk kegiatan penggaruan masih terdapat kelebihan daya sebesar sekitar 10 HP. Untuk pertimbangan apabila digunakan traktor dengan kekuatan 50 HP, garu yang digunakan dapat ditingkatkan ukuran lebar memotongnya sampai 4,8 m. Apabila ukuran yang sekarang (lebar pemotongan 3,6 m) tetap dipertahankan maka dalam kegiatan operasionalnya menjadi kurang ekonomis baik ditinjau dari segi pemanfaatan dayanya, biaya operasionalnya maupun kapasitas kerjanya.

Dengan demikian untuk penggunaan traktor dengan kemampuan 40 HP di areal HTI hanya dapat digunakan untuk kegiatan penggaruan, sedangkan untuk kegiatan pembajakan diperlukan sumberdaya traktor yang lebih besar (lebih besar dari 50 HP). Ada perusahaan HTI yang melakukan pengolahan tanah dengan menggunakan traktor dengan kekuatan 81 HP untuk pembajakan dan penggaruan. Bila perlengkapan peralatan bajak dan garu seperti tersebut di atas maka akan terjadi pemborosan penggunaan sumberdaya yang berarti penggunaan biaya yang tidak efisien karena sebagian daya traktor yang dibeli dengan mahal itu tidak terpakai.

Pemborosan penggunaan sumberdaya traktor tersebut akan berdampak kepada biaya penyiapan lahan HTI khususnya pengolahan tanah. dalam upaya meminimumkan biaya pengolahan tanah maka peralatan yang digunakan perlu disesuaikan dengan sumberdaya yang ada, misalnya dengan menambah lebar pemotongan tanah. Sebagai contoh pembajakan yang menggunakan 3 mata bajak dengan lebar pemotongan tanah 1 m, dapat ditingkatkan menjadi 5 mata bajak dengan lebar pemotongan tanah 1,5 m.

Untuk kegiatan penggaruan, penyesuaian alatnya perlu didasarkan kepada keseimbangan dengan daya untuk pembajakan. Alat dan mesin untuk pengolahan tanah yang tersedia di pasaran sekarang memang kebanyakan dipadukan berdasarkan keperluan untuk mengolah tanah berat, seperti tanah liat berat, sehingga bila digunakan untuk mengolah tanah dengan tekstur berpasir (tanah ringan) menjadi kurang cocok.

Untuk mencapai efisiensi yang tinggi baik dari segi biaya dan waktu, maka penggunaan alat untuk pengolahan tanah lahan HTI perlu dimodifikasi untuk disesuaikan antara sumberdaya traktor (alat penggerak) dengan ukuran alat yang dioperasikannya. Hal ini berkaitan dengan metode pengolahan tanah untuk lahan alang-alang yang memerlukan pembajakan dan penggaruan dalam upaya pembasmian tanaman pengganggu alang-alang tersebut.



Di bidang pemanenan atau eksploitasi, penelitian dititik beratkan kepada kegiatan penebangan dan penyaradan dengan pertimbangan bahwa untuk kegiatan lainnya hampir sama di suatu lokasi dengan lokasi lainnya karena sudah diatur di dalam pedoman pelaksanaan HTI. Kegiatan penebangan dan penyaradan didekati dengan kegiatan di lokasi hutan alam karena di lokasi HTI sendiri belum ada kegiatan pemanenan.

Hasil penelitian penggunaan gergaji rantai (chainsaw) dibandingkan dengan penggunaan feller-buncher, menunjukkan bahwa produktivitas rata-rata gergaji rantai adalah 7,096 m<sup>3</sup>/jam dengan variasi antara 5,604 - 8,589 m<sup>3</sup>/jam. Sedangkan dengan "feller-buncher" diperoleh produktivitas rata-rata 7.708 m<sup>3</sup>/jam dengan variasi antara 5,880 - 9,537 m<sup>3</sup>/jam (Lampiran 1).

Hasil uji beda terhadap dua nilai rata-rata di atas menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada tingkat kepercayaan 95% atau  $\alpha=5\%$ . Berdasarkan analisis ini satu keuntungan yang diperoleh dari penggunaan gergaji rantai adalah penggunaan bahan bakar yang lebih irit karena daya mesin yang memang kecil ( $\pm 7$  HP), namun demikian kerugiannya harus ada mesin pendamping untuk penyaradan.

Sedangkan penggunaan "feller-buncher" tidak memerlukan lagi mesin pendamping untuk penyaradan karena alat ini sekaligus menyarad hasil penebangan, meskipun penggunaan bahan bakarnya lebih banyak bila dibandingkan dengan penggunaan gergaji rantai.

Pada kegiatan penyaradan, penggunaan traktor yang dayanya makin besar akan menghasilkan produktivitas yang makin besar pula (lampiran 2 dan 3). Penggunaan traktor berturut-turut 140, 155, 180 dan 200 HP untuk menyarad kayu dengan jarak rata-rata 500 m, menghasilkan respon produktivitas yang linier dengan persamaan regresi sebagai berikut :

$$y = 0,039 x - 0,723$$

dimana : Y = produktivitas penyaradan (m<sup>3</sup>/jam)

X = daya traktor sarad (HP)

Persamaan tersebut memberikan nilai F hitung 19,365 (sangat nyata) dan koefisien korelasi 0,693 yang diakibatkan oleh besarnya variasi produktivitas yang dicapai oleh tiap traktor.

Untuk traktor dengan daya 140, 155, 180 dan 200 HP berturut-turut mempunyai produktivitas rata-rata 4,949 m<sup>3</sup>/jam (dengan variasi antara 4,275 - 5,623 m<sup>3</sup>/jam), 5,866 m<sup>3</sup>/jam (dengan variasi antara 4,089 - 7,643 m<sup>3</sup>/jam), 6,167 m<sup>3</sup>/jam (dengan variasi antara 5,706 - 6,628 m<sup>3</sup>/jam) dan 6,218 m<sup>3</sup>/jam (dengan variasi antara 5,347 - 7,089 m<sup>3</sup>/jam). Keragaman yang cukup besar diduga disebabkan oleh lokasi yang memang tidak tepat sama, ketrampilan operator yang berbeda dan merek mesin yang digunakan pun berlainan.

Apabila produktivitas penyaradan dibandingkan antara traktor dengan tenaga yang paling kecil (140 HP) dan "feller-buncher", ternyata "feller buncher" menghasilkan produktivitas (5,140 m<sup>3</sup>/jam) sangat nyata lebih baik dibandingkan dengan traktor dengan kemampuan 140 HP (4,929 m<sup>3</sup>/jam) (Lampiran 4). Hal ini didasarkan kepada hasil uji beda terhadap nilai rata-rata produktivitas dengan uji-t pada tingkat kepercayaan 99%.



Perbedaan yang sangat nyata ini diduga disebabkan oleh sistem operasi yang memang berbeda. Pada penyaradan dengan traktor, hampir seluruh kayu menyentuh tanah sehingga diperlukan lintasan lebih lebar dan gerakannya kurang lincah dalam menelusuri sela-sela tegakan yang ada. Sedangkan "feller-buncher" mudah menyesuaikan dengan keadaan medan, lebih lincah dan hampir seluruh kayu, kecuali sedikit bagian ujung yang menyentuh tanah, ada dalam keadaan terangkat.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Areal HTI yang sekarang diusahakan sebagian besar berasal dari lahan alang-alang dengan kerapatan tumbuh sekitar 2 juta batang per hektar.
2. Pengolahan tanah yang dilakukan di areal HTI yang berasal dari lahan alang-alang adalah dengan cara pembajakan dan penggaruan. Pembajakan dilakukan dengan bajak piringan dengan lebar pemotongan 100 cm dan kedalaman olah rata-rata 30 cm. Penggaruan dilakukan dengan menggunakan garu piringan (disk harrow) dengan lebar pemotongan 3,6 m dan kedalaman olah rata-rata 15 cm. Untuk kegiatan pengolahan tanah ini daya yang diperlukan adalah mesin berkekuatan 50 HP.
3. Produktivitas penebangan rata-rata tidak memberikan perbedaan yang nyata antara gergaji rantai dan "feller-buncher" yang berturut-turut adalah 7,096 m<sup>3</sup>/jam dan 7,708 m<sup>3</sup>/jam.
4. Produktivitas penyaradan antara traktor (140 HP) dan "feller buncher" ternyata berbeda sangat nyata, yang berturut-turut mempunyai produktivitas rata-rata 4,929 m<sup>3</sup>/jam dan 5,140 m<sup>3</sup>/jam.
5. Traktor dengan daya (HP) makin besar menghasilkan produktivitas makin besar secara linier dengan korelasi antara HP dan produktivitas sebesar 55%.
6. Sumberdaya traktor yang digunakan untuk pengolahan tanah HTI adalah 40 HP dan 80 - 180 HP. Sumberdaya traktor yang ada kebanyakan mempunyai daya terlalu besar sehingga terjadi pemborosan dalam penggunaannya. Untuk meng-efisienkan penggunaan alat dan sumberdaya dalam pengolahan tanah perlu modifikasi kombinasi antara bajak dan garu dengan ukuran yang sesuai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1986. Studi analisa kerja dan biaya reboisasi mekanis di Sumatera Selatan. Fakultas Kehutanan, IPB Bogor.
- . 1990. Pengamatan uji coba berbagai tipe pengolahan tanah mekanis di Way Terusan, Lampung. Balai teknologi Reboisasi Benakat.
- . 1987. Proceeding Diskusi Hutan Tanaman Industri. Pusat Litbang Hutan. Bogor.



- Bainer,R. 1955. Principles of farm machinery. John Willy & Sons, Inc. New York, London, Sidney.
- Smith H.P & L.H. Wilkes. 1977. Farm machinery and equipment. Tata Mc.Graw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi, India.
- Sutopo. 1981. Kemungkinan pengembangan penggunaan sumberdaya mekanis untuk pengolahan tanah di daerah transmigrasi yang bukan tanah pasang surut. Fakultas Teknologi Pertanian, UGM Yogyakarta.
- .1986. Tinjauan pada pelaksanaan reboisasi mekanis. Sylva Tropika 1(2) : 3-4. Badan Litbang Kehutanan, Bogor.
- . 1990. Penentuan besarnya areal sumberdaya mekanis untuk pengolahan tanah areal HTI. Sylva Tropika 5(1) : 1 - 3. Badan Litbang Kehutanan, Bogor.



**Lampiran 1. Hasil pengamatan penebangan dengan gergaji mesin dan feller buncher ( $m^3/jam$ )**

**Appendix 1. Felling productivity by using chainsaw and feller buncher ( $m^3/hour$ )**

Uraian (Item)	Feller buncher (Bell)	Gergaji mesin (Chainsaw)
Ulangan (Replications)	12	12
Rata-rata (Mean)	7.708	7.096
Simpangan baku (Standard dev.)	1.828	1.493

**Lampiran 2. Produktivitas penyaradan 4 jenis sumber daya traktor untuk HTI ( $m^3/jam$ )**

**Appendix 2. Skidding productivity of 4 tractors for HTI ( $m^3/hour$ )**

Daya traktor (Tractor power)	Ulangan (Replications)	Jumlah (Total)	Rata-rata (Mean)	Simpangan baku (Standard deviation)
140 HP	8	35.489	4.481	0.416
155 HP	5	29.341	5.868	1.778
180 HP	5	31.027	6.205	0.296
200 HP	5	34.868	6.974	0.499

**Lampiran 3. Sidik regresi antara sumber daya mesin (traktor) dan produktivitas penyaradan**

**Appendix 3. Regression analysis between tractor power and skidding productivity**

Sumber keragaman (Source of variation)	Jumlah kuadrat (Sum of square)	d.b (d.f)	Kuadrat tengah (Mean square)	F-hitung (F-calculation)
Regresi (Regression)	19.315	1	19.315	19.365 **
Sisa (Residual)	20.946	21	0.997	
Jumlah (Total)	40.261	22		

**Lampiran 4. Hasil pengamatan produktivitas penyaradan dengan Cat. D6C dan feller buncher ( $m^3/jam$ )**

**Appendix 4. Skidding productivity by using Cat. D6C and feller buncher ( $m^3/hour$ )**

Uraian (Item)	Feller buncher (Bell)	Traktor sarad D6C (D6C skidder tractor)
Ulangan (Replications)	12	12
Rata-rata (Mean)	5.146	4.929
Simpangan baku (Standard dev.)	1.216	0.592